



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

147  
2ej

FACULTAD DE CIENCIAS

ESTUDIOS PARA LA UTILIZACION DEL RESIDUO  
INDUSTRIAL DE LAS PLANTAS DE PURE DE JITOMATE  
LYCOPERSICON ESCULENTUM

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

BIOLOGO

**P R E S E N T A**

JUAN IGNACIO RANGEL CASTRO

ASESOR: M. EN C. PABLO PEREZ GAVILAN E.

MEXICO, D. F.

1993

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE

### Antecedentes

Desechos de alimentos 1

### Generalidades del jitomate

Características biológicas del  
jitomate 3

Producción a nivel mundial 4

Importancia del cultivo en México 7

Industrialización en México 12

Variedades 14

Epoca de siembra, fertilización  
y cosecha 15

Manejo poscosecha 16

Desechos de jitomate industrial 17

Pigmento de jitomate 23

Aspectos fundamentales de proteínas 24

Hidrólisis de una proteína	26
Algunos aspectos sobre aceites y grasas	27
Aislamiento de proteína de jitomate	28
Otros trabajos con jitomate	29
Objetivos	31
Material y Método	32
Obtención de la muestra	32
Separación por tamaño y densidad de partículas	32
Determinación analítica de las diferentes fracciones	33
Extracción del aceite	36
Extracción de la proteína soluble	37
Recuperación de la proteína mediante precipitación con ácido clorhídrico	38
Hidrólisis de la proteína no soluble	38

<b>Resultados y Discusión</b>	<b>41</b>
<b>Granulometría</b>	<b>41</b>
<b>Separación por aire</b>	<b>42</b>
<b>Análisis bromatológico</b>	<b>43</b>
<b>Análisis de color</b>	<b>45</b>
<b>Extracción de aceite</b>	<b>47</b>
<b>Extracción de proteína soluble</b>	<b>48</b>
<b>Recuperación con ácido clorhídrico</b>	<b>51</b>
<b>Hidrólisis enzimática</b>	<b>53</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>56</b>
<b>Proceso General</b>	<b>58</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>62</b>
<b>Anexo</b>	

## ANTECEDENTES

### Desechos alimenticios

La producción y el consumo de alimentos traen como consecuencia la formación de una gran variedad de desechos. Dentro de los problemas que presentan estos subproductos es su contribución en el aumento de la contaminación ambiental, además de que es nulo ó mínimo su aprovechamiento económico. Se les ha llegado a dar un empleo benéfico, como es para la generación de combustibles, como fertilizantes, precursores de otros productos alimenticios ó incluso ser usados ellos mismos como alimento.

El término de desecho se puede referir a bioproductos y residuos de alimentos procesados, considerados como compuestos de bajo valor, aunque esto sea relativo. Una serie de comités, que participaron en la IFT Workshop on Research Needs (Seminario sobre Investigación de Requerimientos Alimenticios), en Noviembre de 1984, hicieron algunas propuestas, para la solución en la obtención de estos desechos, entre las que se enfatizaba la necesidad de crear métodos que incorporen más material en el producto final, así como el desarrollo de nuevos productos que utilicen residuos líquidos y sólidos (Harlander y Labuza, 1986).

La Organización de las Naciones Unidas a través de la FAO ha estimado que cerca del 30% de todo el alimento consumido en el mundo genera algún tipo de desecho antes de ser utilizado. Estos materiales pueden producirse en cantidades muy altas en países desarrollados, cerca del 80%, mientras que en otros es de alrededor del 20%.

Esta serie de pérdidas ha llamado la atención de investigadores en alimentos e ingenieros. Además de esto, se requieren de grandes cantidades de energía para producir, procesar, transportar y vender el alimento lo cual implica también un gasto extra. Si el desecho pudiera reducirse, habría una mayor posibilidad de incrementar la producción de alimento; otra solución propuesta es la reutilización de éste desecho como materia prima para nueva utilización (Rogers y Fleet, 1989).

Algunos ejemplos sobre intentos que se han llevado a cabo para convertir subproductos en nuevos productos, son el aprovechamiento de proteínas de hojas de algunas plantas como las de maíz, y la separación de aceite y proteína de alta calidad en semillas, obteniéndose muy buenos resultados como en el caso de la soya.

Los productos de desecho ocasionados en el procesamiento de algunos alimentos, pueden servir como fuente de energía, lo cual

traeria como consecuencia repercusiones económicas favorables para quién les diera un uso adecuado.

En el procesamiento industrial de algunas frutas y vegetales se obtienen desechos en cantidades considerables, los cuales no son utilizados o no se ha obtenido el máximo beneficio de ellos.

### Generalidades sobre el Jitomate

#### Características biológicas del jitomate

El jitomate es una planta conocida con el nombre científico de *Lycopersicon esculentum*, pertenece a la Clase de las Dicotiledóneas, el Orden Solanales y a la Familia de las Solanáceas. Es una planta leñosa; con flores completas, cáliz persistente de cuatro a seis piezas. La corola consta de cinco pétalos soldados, con cinco estambres insertados sobre el tubo de la corola. El ovario tiene dos lóculos, con óvulos axiales numerosos. El fruto es una cápsula. Además del jitomate hay otros géneros conocidos en ésta familia, como son *Solanum* (patata), *Nicotiana* (tabaco), *Capsicum* (chile), *Atropa* (belladona). Al igual que toda la familia, se distribuye en regiones templadas y tropicales (Scagel, 1980).



## Producción del Jitomate a nivel Mundial

Los datos proporcionados por la FAO (Anuarios FAO 1985-1990), demuestran que el mayor rendimiento en Kg/Ha se presenta en Europa, y en Norte y Centroamérica, donde México, Nicaragua y los Estados Unidos presentan los mejores rendimientos (Cuadro 1). La serie histórica de 1985 a 1990 a nivel mundial indica que el rendimiento se ha mantenido entre 23 000 y 25 000 Kg/Ha, siendo el año de 1989 el más importante. La región Norte-Centroamericana mantiene un promedio de 36 000 Kg/Ha, es interesante analizar ésta zona, en donde los Estados Unidos han mantenido un continuo aumento (excepto en 1988), desde 49 927 Kg/Ha en 1985 hasta 55 577 Kg/Ha en 1990. Nicaragua por su parte, presentó el mejor año en 1987 con 42 647 Kg/Ha, mientras que los siguientes fueron solo un poco menores a ésta cantidad. En México en 1988 con 27 647 Kg/Ha es el año con el mayor rendimiento durante estos 6 ciclos, sin embargo los últimos datos muestran incluso un decremento, ya que en 1990 se logró solo un promedio de 22 385 Kg/Ha siendo que en 1985 el país había obtenido 23 957 Kg/Ha.

En cuanto a la producción citada en toneladas métricas (TM), Asia y Europa son los mejores, quedando la zona Norte-Centroamericana en el tercer lugar (Cuadro 2). La producción mundial ha ido aumentando, aunque la tasa de crecimiento no ha sido constante; esto se puede explicar al observar que los datos proporcionados por zonas indican que en áreas como Europa y

CUADRO 1  
Producción mundial de tomate

	Rendimiento Kg/Ha					
	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Africa	13 492	13 147	15 138	17 418	18 354	18 067
N. C. América	35 368	36 631	36 967	35 852	37 344	38 596
México	23 957	23 957	25 531	27 649	21 319	22 385
Nicaragua	40 909	40 909	42 647	42 609	42 143	42 254
USA	49 927	53 040	53 305	49 643	54 762	55 577
SudAmérica	25 667	25 706	26 003	29 527	28 334	27 438
Asia	17 990	18 096	18 498	18 877	19 270	18 824
Europa	36 984	35 604	36 016	35 568	37 656	36 904
Oceania	24 469	23 934	29 894	37 930	35 256	35 406
Mundo	23 230	23 003	23 429	24 199	25 096	24 647

Anuario FAO de Producción. 1985. 1986. 1987. 1989. 1990.

CUADRO 2

Producción mundial de tomates

Producción 1000 MT (toneladas métricas).

	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Africa	6 012	6 168	7 240	7 602	8 305	8 463
N C América	10 821	11 096	11 341	11 721	13 289	14 035
México	1 665	1 665	1 731	1 980	1 665	1 746
Nicaragua	27F	27F	29F	29F	30F	29F
USA	7 867	8 131	8 309	8 355	10 255	10 905
SudAmérica	3 585	3 482	3 718	4 399	4 474	4 430
Asia	14 960	14 904	15 382	16 056	16 658	17 336
Europa	17 618	16 431	16 147	16 068	18 135	17 940
Oceanía	357	352	337	349	368	370
Mundo	60 253	59 634	61 363	63 496	68 328	69 304

Anuario FAO de Producción. 1985. 1986. 1987. 1989. 1990.

F: Datos no oficiales

Oceania, de 1985 a 1987 la producción disminuyó a cada año, aunque asciende de nuevo para los restantes 3 años. Mientras tanto en la zona Norte-Centroamericana, se mantiene hasta 1988 y aumenta hasta llegar a proporcionar el 26.25% del total para el año de 1990, del cual Estados Unidos participa con el 77.69% y México solo con el 12.44%; es decir el país con mayor producción (y rendimiento) en nuestra zona son los Estados Unidos. (Cuadro 3). Es importante hacer notar que mientras los Estados Unidos en el transcurso de estos años llegan de 7 867 TM a 10 905 TM, un incremento de casi el 30%, México no ha pasado de 1 665 a 1 980 TM (en 1988); a pesar de esto la producción nacional sigue representando un cantidad importante.

#### **Importancia del cultivo en México**

En el estado de Sinaloa se encuentra una de las principales zonas productoras de jitomate, junto con Baja California, San Luis Potosí y Nayarit, como se muestra en el cuadro 4. Para 1991 por ejemplo, tomando en cuenta los datos proporcionados por la SARH, del total en la producción nacional, el 52% proviene de Sinaloa. Baja California que es el segundo productor participa con el 8%, es decir, la diferencia entre ambos estados es considerable. Podríamos suponer que el avance tecnológico que ha tenido el estado de Sinaloa es más importante que el de Baja California, probablemente por ello esta diferencia en productividad.

CUADRO 3

Producción mundial de tomates en % con respecto a los resultados del cuadro 2, siendo el 100% la producción mundial del año respectivo.

	1985 %	1986 %	1987 %	1988 %	1989 %	1990 %
Africa	9.97	10.34	11.79	11.97	12.15	12.21
N C América	17.95	18.60	18.48	18.45	19.44	26.25
México *	15.38	15.00	15.26	16.89	12.52	12.44
Nicaragua*	0.24	0.24	0.25	0.24	0.22	0.20
USA*	72.70	73.27	73.26	71.28	77.26	77.69
SudAmérica	5.94	5.83	6.05	6.92	6.54	6.39
Asia	24.82	24.99	25.06	25.28	24.37	25.01
Europa	29.24	27.55	26.31	25.30	26.54	25.88
Oceania	0.59	0.59	0.54	0.54	0.53	0.53
Mundo	100	100	100	100	100	100

\*Datos con respecto a N C América

CUADRO 4

Principales estados productores de tomate rojo durante el año agrícola de 1991.

Estado	Producción (toneladas)	% del total
Baja California	156,047	8.38
Nayarit	106,908	5.74
San Luis Potosí	128,348	6.89
Sinaloa	985,491	52.97
Total Nacional	1,860,350	100.00

Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. SARH

Además del jitomate, en Sinaloa, se cultivan otros alimentos, como el maíz de grano, el trigo y el sorgo; la producción en el año de 1991 de estos productos se puede ver en el cuadro 5, sin embargo se muestra como la cantidad de jitomate reportada, sobrepasa a la de los demás productos, ya que la cifra para éste ciclo es de 985 491 toneladas, para el maíz de grano es de 821 000, el trigo de grano 624 122, y el sorgo solo 207 834 toneladas.

El jitomate representa uno de los productos de mayor importancia en la exportación en cuanto a alimentos, esto se demuestra en las estadísticas de los principales productos agropecuarios que salen al mercado internacional (Cuadro 6). De los 153 998.124 mil dolares obtenidos en la exportación total, el rubro de Agricultura y Silvicultura es el más importante ya que aporta el 8%. El café es el producto de mayor exportación a pesar de que ha ido disminuyendo tomando en cuenta que si en 1988 se obtuvieron 822 830 mil dolares, en 1991 fueron solamente 368 047 mil. Es interesante destacar, sin embargo, que en todos los productos analizados, demuestran un desequilibrio entre los miles de toneladas y los miles de dolares reportados, ya que en el caso específico del café aunque aumente la exportación, no hay un aumento en el aspecto económico, o en el caso del jitomate, la sandía, el melón, las legumbres y las hortalizas no hay una proporción que podamos establecer entre ambos datos, suponemos

**CUADRO 5**

**Producción en el estado de Sinaloa, durante  
el año agrícola de 1991.**

<b>Producto</b>	<b>Producción (toneladas)</b>
Maíz de grano	821,000
Sorgo de grano	207,834
Tomate rojo	985,491
Trigo de grano	624,122

**Anuario Estadístico de la Producción Agrícola SARH**



**CUADRO 6**  
**PRINCIPALES PRODUCTOS AGROPECUARIOS EXPORTADOS**  
**DE 1985 A 1991**

	TOTAL	1985	1986	1987	1988	1989*	1990	1991
CAFE (toneladas)		177.292	197.322	212.252	154.743	218.384	190.570	203.916
(miles de dólares)	3'400.576	480.978	822.830	492.398	434.158	476.278	332.890	368.047
JITOMATE (toneladas)		481.298	538.323	516.445	466.544	415.600	392.171	443.192
(miles de dólares)	1'947.097	198.150	423.723	200.040	243.168	191.875	428.402	261.739
MELON Y SANDIA (ton)		215.840	243.818	295.561	299.535	384.549	316.656	416.476
(miles de dólares)	614.215	36.350	62.877	88.390	72.846	121.174	90.428	142.150
LEGUMBRES Y HORTALIZAS (toneladas)		590.836	635.514	787.318	848.180	686.042	806.142	910.950
(miles de dólares)	1'942.773	145.529	203.202	237.855	267.530	169.081	430.017	489.559
AGRICULTURA Y SILVICULTURA (total)	13'045.822	1'143.132	1'794.350	1'295.286	1'400.922	1'360.358	1'720.706	1'876.933
EXPORTACION (total)	153'998.124	21'866.406	15'759.312	20'656.187	20.657.633	20'933.398	26'950.272	27'175.046

\*De Enero a Noviembre.

que esto se debe a las variaciones que se presentan cada año en el mercado internacional. El jitomate presenta las mayores cifras de exportación y obtención económica en 1986 con 538 323 toneladas, y 423 723 mil dolares, para el año de 1991 solo se obtienen 261 739 mil dolares, de 443 192 mil toneladas, que son además el 23% de la producción nacional, de acuerdo a los datos proporcionados por la SARH ( Cuadro 4).

### Industrialización en México

El cultivo de hortalizas tiene gran importancia económica y social para el estado de Sinaloa; por ejemplo, en el ciclo otoño-invierno 1980-81, se sembraron 16,363 hectáreas que representaron un valor económico de 3,800 millones de pesos, destinándose más del 80% de su producción a los mercados de exportación.

El jitomate se utiliza principalmente de dos formas, la producción para consumo en fresco y para consumo industrial; se considera que del tipo industrial se emplea una tercera parte del total. El llamado de producción en fresco sale directamente de la cosecha para ser utilizado, sin procesar; el jitomate industrial sale a plantas de tratamiento, para obtener otros beneficios, como la producción de pasta.

En estudios hechos por la SARH al comparar la cifras de producción de Sinaloa con las de California EEUU, que es la región agrícola más tecnificada del mundo, donde se obtienen los rendimiento promedio más altos, se puede señalar que se alcanza el 75% de eficiencia en cuanto a toneladas se refiere, en jitomate industrial. Se considera por datos experimentales de ambos estados que el potencial de rendimiento regional es igual o superior, mientras que la calidad de pasta que se obtiene aquí es mejor (SARH INIA 1980).

Sinaloa siempre ha sido unos de los mejores productores de éste alimento, por ejemplo las hectáreas cultivadas en la temporada 1980-81, tuvieron un valor de producción de 2,648 millones de pesos, lo que representó alrededor del 24% de la superficie sembrada en México.

Los avances de producción, en datos recientes, muestran que durante el año de 1992, hasta junio, hubo una superficie cosechada de 23,434 hectáreas presentándose nuevamente como el estado más productor de jitomete a nivel nacional, ya que Nayarit que es el estado que le sigue tiene un a superficie cosechada de 1,233 hectáreas solamente (SARH, Boletín Mensual, 1992).

## Variedades

El producto procesado del fruto, como se mencionó, se destina principalmente a la elaboración de pasta, que tiene gran demanda en los mercados nacional e internacional. Otros productos que se elaboran son: el puré, jugos y salsas.

Se sugiere sembrar variedades de crecimiento determinado compacto como UC-82B, UC-134-61.2 y Campbell 28.

Una variedad apropiada para procesamiento industrial debe tener las siguientes características:

1. Un alto rendimiento es necesario considerando que al agricultor se le paga en base a las toneladas que produce.
2. Resistencia a enfermedades, principalmente a *Fusarium sp*
3. Un hábito de crecimiento determinado y compacto, y fructificación concentrada (buena uniformidad de madurez) que permita una o dos recolecciones de frutos.
4. El fruto debe ser firme, tener cicatriz peduncular pequeña y además el pedúnculo del fruto debe desprenderse fácilmente al momento de la cosecha; esto permite una recolección más fácil del fruto.

5. El fruto del jitomate para ser procesado debe tener atributos de calidad como son: pH (4.4 o menos) sólidos solubles (5-6 grados Brix), y color rojo brillante.

Generalmente una variedad de fruto firme tiene alta viscosidad, que es importante para la consistencia del producto ya elaborado.

#### **Epoca de siembra, fertilización y cosecha**

La mejor época de siembra esta comprendida del 10 de septiembre al 30 de noviembre.

En siembras tardías (diciembre), el rendimiento y la consistencia disminuyen drásticamente.

Además, los problemas de altas poblaciones de insectos reducen la calidad del fruto y la excesiva radiación solar que causa serias quemaduras reduciendo el volumen del fruto aprovechable.

Se sugiere antes de la siembra, la aplicación de 100 kilogramos por hectárea de nitrógeno, además de 100 kilogramos

por hectárea de fósforo. En el primer cultivo se recomienda adicionar otros 100 kilogramos de nitrógeno.

Es posible cosechar las variedades sugeridas realizando un solo corte cuando la planta tenga 80% o más de fruto completamente maduro (rojo) ya que las variedades mencionadas poseen buena uniformidad de madurez y firmeza, a excepción de Heinz-1370.

Sin embargo, para obtener la máxima producción hay que realizar dos cortes, dando el primero cuando la planta tenga aproximadamente un 60% de fruto maduro (rojo) y el segundo corte cuando los frutos restantes hayan madurado.

#### **Manejo poscosecha**

La calidad del fruto al momento de la cosecha dependerá de la eficiencia en el manejo de la planta durante su etapa de crecimiento, de las características del cultivar o variedad, así como de las condiciones climáticas a lo largo de la vida del cultivo.

Hay que tomar en cuenta algunas prácticas culturales que influyen en la obtención de frutos de buena calidad, como son:

-Fecha de siembra: la consistencia de los frutos tiende a ser

menor en las fechas tardías; la aparición de frutos dañados por el sol es más alta en los plantíos en esta fecha de siembra.

-Estacado y poda: el estacado además de proporcionar un soporte mecánico a la planta, facilita las labores de poda, combate de plagas y enfermedades, cosechas y además evita el contacto de los frutos con el suelo, disminuyendo el número de frutos podridos por exceso de humedad (Guía para la asistencia agrícola).

#### Desechos de jitomate industrial

Para el caso específico de éste proyecto, se sabe que las plantas procesadoras del jitomate *Lycopersicon esculentum*, obtienen para el uso comercial, como ya se mencionó, productos como el jugo, el puré que contiene hasta 11% de sólidos, y pasta con 40% de sólidos; los desechos sólidos en la extracción, consisten en cáscara, una parte de pulpa y la mayor parte consiste en semillas. Se han llegado a utilizar estos desechos como alimento para animales (por ejemplo en perros, borregos, vacas, pollos, entre otros), y como fertilizante (Carlson et al, 1981).

Estos subproductos pueden ser una fuente para la recuperación de nutrientes. Se ha reportado que la semilla presenta índices altos de aceite y proteína (Hussain et al,

1985); pruebas hechas en laboratorio, demuestran que todos los aminoácidos esenciales están presentes en la semilla; en el cuadro 7 se puede observar que los aminoácidos limitantes son la cisteína y la metionina, además de la isoleucina, valina, leucina, y fenilalanina; mientras que la treonina, histidina y lisina son los más abundantes. También se menciona un contenido de 27% de grasa en la semilla, siendo el ácido oleico el de mayor cantidad, que puede utilizarse en la elaboración de jabones, y la manufactura de cosméticos y lubricantes, así como aditivos en alimentos.

Un valor nutricional, similar al de la soya y el girasol, fue reportado por Tsatsaronis (1975). En el cuadro 8 se muestra el análisis bromatológico tanto de semilla como de cascarilla que él hace, así como el contenido mineral de ambos. Se reporta también que la semilla contiene un 28.1% de extracto etéreo, 24.5% de proteína y 19.1% de fibra cruda, que son los índices más altos. Para la cascarilla, sus resultados determinan que más de la mitad representa fibra cruda, 55.9%.

El valor que se le ha dado en cuanto a concentración de proteína va desde un 21% (Kramer y Kweel 1977) hasta 33.9% (Carlson et al, 1981) dependiendo tal vez de la variedad que se utilice para realizar las pruebas. 24.5% de Tsatsaronis, 22.9 a 23.7% de Brodowski y Geisman, 27.6% Eggers. 25.8% Canella y Castiotta, 31.6% Hussain et al.



CUADRO 7

Composición de aminoácidos de desecho de tomate  
procesado. Gramos por 16 g de nitrógeno

aminoácidos	semillas desgrasadas	cascarilla desgrasada
Lys	4.19	7.19
His	1.32	1.98
Arg	4.45	3.83
Asp	6.15	8.62
Thr	3.24	3.01
Ser	2.53	3.57
Glu	12.81	11.87
Pro	2.33	1.81
Gly	2.38	5.64
Ala	2.53	3.67
Cys	0.29	0.39
Val	3.00	7.07
Met	0.95	1.08
Ile	1.98	2.95
Leu	3.88	5.49
Tyr	3.94	5.14
Phe	2.50	4.51

Trp no se determinó. (Hussain, 1985).

CUADRO 8

Composición química y contenido mineral de residuo de tomate.

	Semillas	Cascarilla
Cenizas	5.4	2.7
Fibra cruda	19.1	55.9
Total de azúcares (como glucosa)	2.9	7.8
Proteína (N por 6.25)	24.5	10.0
Extracto etéreo	28.1	3.6
g/100 g muestra seca		

K	780	1100
Na	110	95
Ca	160	210
Mg	300	115
P	690	130
Cl	110	210
Fe	17	15
Mn	6	2
Cu	2	3
Zn	5	3

(Tsatsaronis, 1975)

Brodowski y Geisman (1980), trabajaron con jitomate en varios estados de maduración, y hacen un análisis de aminoácidos de la semilla pero comparándola con otros productos como el huevo, la soya, leche de vaca, y maiz (Cuadro 9). Los valores de las concentraciones de aminoácidos varían con respecto a los datos de Hussain, sin embargo se sigue observando que la lisina tiene al igual que la treonina una proporción alta. La lisina es mayor en la semilla de tomate que en el maiz, en el huevo e incluso que la harina de soya; solamente la leche de vaca es mejor con 7.8%, siendo la semilla de 6.6%.

También se ha reportado el uso de la harina de las semillas como complemento de alimentos como el caso de los cereales, los cuales presentan una baja cantidad de lisina (Yaseen et al, 1991). En ésta investigación se observa como aumenta considerablemente la cantidad de proteína y de lisina específicamente, cuando se suplementan las mezclas para la producción de panes con la harina de semilla. Además al llevar a cabo las pruebas reológicas necesarias para establecer la calidad del producto, se obtienen resultados también satisfactorios.

En algunos trabajos se menciona que en Italia por ejemplo, el aceite de jitomate, desde 1911, es utilizado en la elaboración de jabones. Se ha reportado también que la extracción comercial

CUADRO 9

Comparación de 10 aminoácidos en diferentes productos.  
Gramos por 100 g de proteína

	Huevo	Harina de soya	Leche de vaca	Semilla de tomate	Maíz
Ile	6.6	4.7	6.4	4.4	3.4
Leu	8.8	6.6	9.9	2.6	9.1
Lys	6.4	5.8	7.8	6.6	4.8
Phe	5.8	5.7	4.9	3.9	4.5
Tyr	4.2	4.1	5.1	3.4	4.0
Cys	2.4	0.9	0.9	0.2	1.7
Met	3.1	2.0	2.4	0.1	2.1
Thr	5.1	4.0	4.6	7.8	4.0
Trp	1.6	-	1.4	-	-
Val	7.3	4.2	6.9	4.6	5.1

(Brodowski y Geisman, 1980).

en plantas industriales para la obtención de este producto han tenido un rendimiento del 15 al 17% (Eckey E.W., 1954).

En México al igual que en otros países, se sabe que de la cantidad total de jitomate que entra al procesamiento en las plantas industriales, una parte queda como desecho, (cerca de una tercera parte). Cuando se introdujo además la cosecha de tipo mecánica, se cree que aumentó la cantidad de este material. (Guía para la asisitencia agricola, SARH, Junio 1982).

#### **Pigmento en Jitomate**

Un caroteno ha sido extraído de la pasta del jitomate, por Nelson y Baptist (1980); éste es un terpeno (C<sub>40</sub> H<sub>56</sub>), llamado licopeno, encontrándose que éste produce un color rosado, pero combinado con pequeñas cantidades de luteína, se obtiene un color crema. Se han señalado también que algunas otras sustancias se han obtenido como aditivos utilizados en la pigmentación de pollo, aunque con un efecto muy bajo (Bauernfield, 1981).

Nelson y Baptist reportaron también la presencia de xantofilas no tradicionales que pudieran utilizarse en la pigmentación del huevo.

## Aspectos fundamentales de proteínas

Se llama proteína concentrada a un producto que contiene al menos el 70% de proteína. Normalmente es una harina enriquecida que ha sido sometida a tratamientos especiales, con el fin de adecuarla para consumo humano.

Se llama proteína aislada al producto comercial apto para el consumo humano que se obtiene aislando proteínas de materiales proteicos y tienen un contenido en proteína que sobrepasa el 90% (E. Bernardi, 1981.)

Se sabe que las proteínas son sensibles a calor, ácidos, bases, solventes orgánicos y en algunas ocasiones a agua destilada; estos son principios de métodos que generalmente son empleados para el aislamiento de compuestos orgánicos, los cuales se han aplicado en la extracción de proteínas.

Algunas proteínas solubles se disuelven solo en presencia de sales neutras y se extraen con soluciones diluidas de cloruro de sodio.

Este aislamiento y purificación de proteínas solubles involucra que se tengan que extraer en primer lugar, de las células para luego poder precipitarlas alternando bases con iones hidrógeno ó por adición de solventes orgánicos. Para evitar la desnaturalización de la proteína se recomienda que el aislamiento no se haga con altas temperaturas.

Las membranas celulares son impermeables a las proteínas; así la destrucción de estas membranas es un prerequisite para la extracción de proteínas solubles. La destrucción de las células se hace preferentemente por un método mecánico como la maceración o el homogenado. (Haurowitz, 1963).

La solubilidad de muchas proteínas se ve influida por el pH del sistema; el pH al cual la proteína es menos soluble se le conoce como pH isoeléctrico, que es donde las moléculas no tienen carga eléctrica neta; en estas condiciones al no haber repulsión eléctrica con las otras tienden a coalescer y precipitar.

Las sales neutras presentan un pronunciado efecto en la solubilidad de las proteínas; estas la aumentan en un fenómeno llamado "salting in" (Lenhinger, 1981).

La remoción del agua al final, para concentrar la proteína, tiene diferentes métodos pero la mayoría de ellos son más bien para aplicación en el laboratorio, como sería el caso de la

evaporación a baja presión, la concentración en desecador también en presión reducida, la ultrafiltración ó la liofilización.

La evaporación y el secado dentro del proceso de la concentración de la proteína representan una gran importancia debido a los costos para realizarlos. Con base en procesos llevados a cabo en productos como la leche y otros más, se sabe que llega a ser de 300 dls por tonelada cuando se hace el secado por aspersión; es por esto que se desea disminuir en lo más posible la cantidad de agua utilizada. (Aple V. y Pérez Gavilán 1987.)

#### Hidrolizado de proteína

En un trabajo llevado a cabo en el departamento de Biotecnología del IIB de la UNAM, donde se realizó la extracción de proteína de pescado, se reporta que además del aislamiento a través de procesos químicos, se hace una posterior hidrólisis enzimática, debido a que el concentrado de proteína resultante es insoluble en agua, lo que se soluciona con el hidrolizado de ésta. Las enzima probadas HT-Proteolitic 200 y Milezime 8x se obtuvieron de una industria mexicana ENMEX S.A. de C.V.. Los resultados mostraron un incremento en la solubilidad de la proteína cuando se incrementa la concentración de la enzima. La mayor solubilización fué cerca del 75% a 3hrs de incubación y 2.5% en la concentración de enzima (g/100g proteína de pescado).



## Algunos aspectos sobre aceites y grasas

Estos compuestos son sustancias de origen vegetal o animal, formadas principalmente de mezclas de ésteres de tres ácidos grasos unidos a una molécula de glicerina, denominados comunmente como triglicéridos. La diferencia entre una grasa y un aceite, consiste en que a temperatura ambiente las grasas se mantienen en estado sólido, mientras que los aceites en estado líquido. Las propiedades físicas de ambos son: la insolubilidad en agua, solubilidad en la mayoría de compuestos orgánicos como el éter de petróleo, y su densidad más baja que la del agua.

Para poder utilizarse como alimento humano, tienen que pasar por una serie de procesos, ya que en estado "crudo" es decir en la forma original en la que se extraen aún mantienen sustancias como ácidos grasos libres, gomas, fosfátidos, pigmentos, etc. que son dañinos a la salud, por lo que hay que prepararlos a través de purificación en pasos como la refinación, blanqueo y deodorización.

Desde hace mucho tiempo los aceites y grasas han sido reconocidos como nutrientes necesarios para la dieta humana y

animal, proporcionando la fuente más concentrada de energía que cualquier otro alimento; portan vitaminas (solubles en grasa), contiene ácidos grasos esenciales, es decir que no sintetiza el organismo, como el ácido linoléico. La mayor parte de vegetales y frutas que son consumidas como tales tienen pequeñas cantidades de grasas. Las carnes, productos lácteos, aves, pescado, nueces y semillas vegetales oleaginosas, son las principales fuentes de grasas.

#### Aislamiento de proteína de jitomate

Se tienen trabajos reportados sobre el aislamiento de la proteína en la semilla; uno de ellos es el de Latlief y Knorr, 1983. La semilla se maceró en una máquina Wiley laboratory mill, model 4, Thomas-Wiley, Philadelphia, PA; la harina resultante se mezcló con agua desionizada en una proporción 1:10 ajustándose a pH 9.0 con NaOH 1N. Luego se agitó 30 min y se centrifuga a 5500 g. El sobrenadante se filtra através de una gasa. Se probaron posteriormente coagulantes de la proteína, ácido clorhídrico 1N, ácido cítrico 1N, ácido cítrico 1N:ácido clorhídrico 1N (50:50). Además se probaron varias temperaturas 25, 60 y 95 grados centígrados.

Los mejores resultados se obtuvieron a 25 grados centígrados y con ácido clorhídrico, dándose una recuperación de proteína de alrededor del 90%.

### Otros trabajos con jitomate

En otro artículo publicado por Latief y Knorr (1983), reportaron otro método de concentración de la proteína de la semilla, utilizando uno de los polisacaridos mas abundantes en el mundo, la quitina (poli-beta-(1-4)N-acetil-D-glucosamina), que se encuentra por ejemplo en invertebrados marinos, insectos, hongos, levaduras; y del cual se obtuvieron buenos resultados en cuanto al incremento en la producción de proteína, sin afectar sus propiedades (Latief y Knorr, 1983). El proceso seguido fué la solubilización de la proteína, como se cita en su artículo mencionado anteriormente (Aislamiento de proteína de jitomate). Se utilizaron los 3 coagulantes, ácido clorhídrico 1N, ácido cítrico 1N:ácido clorhídrico 1N (50:50) y ácido cítrico 1N. La coagulación fué mejorada con la quitina, probándose 0 mg/L de proteína en solución, 250 y 500 mg; las temperaturas usadas fueron 25, 60 y 95 grados centígrados. Se ajustó el pH a 4.5. Posteriormente se centrifugaron las muestras y se hicieron los análisis de proteína por el método de Lowry. La mayor obtención de proteína se obtuvo a 25 y 95 grados centígrados, usando 250 y 500 mg /L de quitina.

Marlatt (1992), ha trabajado con constituyentes del aroma en jitomate; se sabe por ciertos estudios que tanto en frutas como en vegetales, hay una cantidad significativa de saborizantes volátiles en forma de precursores no volátiles, generalmente en forma de glicósidos. Algunos han sido encontrados al estudiar tanto fruto para consumo en fresco, como para procesado. Marlatt de hecho demostró la presencia de muchos glicósidos en tomate fresco cuando utilizó hidrólisis enzimática, y una técnica muy fina de cromatografía de gas y espectrometría de masas.

Se han reportado también los efectos del 2-(3-4 diclorofenoxi)trietilamina ó 2,3-4 D, un bioregulador químico en la variedad UCD-82 del jitomate. Los experimentos se hicieron con aplicación foliar en las plantas crecidas, y también en imbibición de semilla. Los resultados con concentraciones de 10 ppm demostraron un incremento en la biomasa de las hojas, tallos y raíces; así como también un incremento en la producción de frutos; también se detectó un aumento en la cantidad de azúcares; todo relacionado al efecto del bioregulador en la fotosíntesis. Otro efecto del 2,3-4 D es el incremento del licopeno (C40 H56) un caroteno hidrocarburo que se puede extraer de la pasta del tomate para utilizarlo como pigmento natural, así también el tratamiento del bioregulador aumenta su concentración en frutos maduros (Bauernfield, 1981).

Con base en todo lo anterior, se han propuesto los siguientes objetivos para el presente trabajo:

**Generales:** Llevar a cabo una serie de estudios que nos permitan concluir si es posible la reutilización a nivel industrial del desecho del jitomate obtenido en la elaboración de puré.

**Particulares:** Hacer el análisis bromatológico del desecho dividido en fracciones.

Determinar las condiciones para solubilizar la proteína de la semilla.

Hacer la hidrólisis enzimática, para extraer la proteína no soluble.

Determinar la factibilidad económica del proyecto.

## MATERIAL Y METODO

### Obtención de la muestra

Se utilizó una muestra del residuo de una planta de tratamiento de jitomate industrial en Culiacán, Sinaloa; ésta consistía en cascarilla y en semilla que representaba la mayor parte. La muestra se secó anteriormente en la misma planta, reportándose un 77% de humedad.

### Separación por tamaño de partículas

El procedimiento que se siguió consistió en:

Separar la muestra en tres fracciones; para esto con equipo de laboratorio se hizo un simil de un lecho fluidizado; se pesaron 100 gramos de muestra completa, se molieron en una licuadora casera, dejandola entre 10 y 15 seg, y posteriormente se tamizó en mallas con una agitación de 10 a 15 seg, esto con la idea de que en una de las fracciones se encontrara la mayor cantidad de semillas posible; se usaron mallas de 100, 40, 16. Se

pesaron las tres partes en una balanza, y se obtuvo así el porcentaje de semilla y de cascarilla. Las tres fracciones obtenidas de acuerdo con el grosor que presentaban fueron: una parte fina, una semifina y la semilla.

#### **Dispositivo para la eliminación de partículas poco densas**

Se usaron 50 gramos de la fracción obtenida en la malla 16, donde quedó la semilla mezclada con un poco de cascarilla. Se utilizó equipo de laboratorio consistente en un buchner con un matraz kitasato, conectado por una manguera a un ducto de aire, a manera de un lecho fluidizado; cuando se hizo pasar éste, expulsó la cascarilla separándola de la semilla por diferencia de pesos; para ayudar en la separación, se agitó manualmente, de manera que la cascarilla quedara siempre en la parte superior. De esta manera se obtuvo una semilla prácticamente sin cascarilla; además se obtuvieron dos fracciones de cascarilla, una menos densa que se separó a una velocidad de aire de 2 lts/seg y otra de mayor densidad obtenida a 4 lts/seg.

#### **Determinación analítica en las diferentes fracciones**

De estas fracciones resultantes y de las anteriores se hizo el análisis bromatológico para su caracterización. Estas se realizaron tomando como referencia el A.O.A.C. de 1980:

Humedad: Se usaron 2 gramos de muestra, y se pusieron en un crisol previamente pesado, se secó durante 4 hrs en una estufa a 130 grados centigrados. Al retirarse de la estufa se dejó enfriar en un desecador y se volvió a pesar. El calculo hecho dió el porcentaje de humedad.

$$\% \text{ humedad} = \frac{(\text{peso crisol+muestra}) - (\text{peso crisol+muestra seca}) \times 100}{\text{peso muestra}}$$

Cenizas: Se pesaron 5g en un crisol y se metieron a una mufla a 600 grados centigrados durante 4 hrs. Posteriormente se enfriaron en un desecador.

$$\% \text{ cenizas} = \frac{(\text{peso crisol+cenizas}) - (\text{peso crisol vacio}) \times 100}{\text{peso muestra}}$$

Proteina cruda: Usando el método Kjeldahl, se pesó 1g y se puso a digerir con una mezcla catalizadora de sulfato de cobre y sulfato de sodio, además de ácido sulfúrico concentrado en un matraz de 800 ml. Se calentó hasta dar un color azul-verde y de aspecto transparente. Posteriormente se destiló agregando hidróxido de sodio concentrado, donde se recibió en ácido clorhídrico 0.1N. Los cálculos para el porciento de proteina se hicieron multiplicado el contenido de nitrógeno x 6.25.

$$\%N = (\text{ml blanco} - \text{ml muestra}) \times NNaOH \times 0.014 \times 100$$

gramos de muestra

$$\%P = \%N \times 6.25$$



Grasa cruda ó extracto etéreo: Se usó un extractor de Soxhlet. En un cartucho se pusieron 2g de muestra y se metieron al extractor, se colocaron dos cargas de eter dietilico, en el matraz y se puso a calentar. Al final se quitó el matraz, se dejó enfriar y se pesó.

$$\%grasa\ cruda = \frac{(\text{peso matraz} + \text{extracto}) - (\text{peso matraz vacio}) \times 100}{\text{peso muestra}}$$

Fibra cruda: Se pesaron 2g de muestra extraida con eter(desgrasada), y se colocaron en un matraz E.M. de 1000 ml, con 200 ml de solución de ácido sulfúrico 1.25% hirviendo, se colocó también el refrigerante, y se dejó 30 min. Se filtró y se lavó con agua destilada hirviendo. El residuo se pasó a otro matraz E.M. con 200 ml de hidróxido de sodio 1.25% hirviendo por 30 min. Se volvió a filtrar y se lavó primero con 25 ml de ácido sulfúrico hirviendo también 1.25% y luego con 4 porciones de 50 ml de agua destilada también hirviendo; finalmente se lavó con 25 ml de alcohol etilico. Se puso en un crisol a secar, se calcinó y se enfrió en el desecador.

$$\%Fibra\ cruda = \frac{(\text{Peso crisol} - \text{extraida}) - (\text{peso crisol} - \text{seca})}{\text{Peso muestra}}$$

Además de esto, a las fracciones menos densa y más densa, se les hizo el análisis de color. Estas fueron realizadas por parte

de la misma planta productora de puré en Sinaloa; consistieron en los siguiente:

Se hicieron pruebas de solubilidad con varias sustancias como agua, ácido clorhídrico 0.1N, hidróxido de amonio 0.1N y acetona; en todas se observó si había además de solubilidad, un extracción de pigmento.

Se siguió el método A.O.A.C. llevándose a cabo una saponificación.

Método de extracción con hexano, en un reflujo durante dos horas en un extractor Soxhlet.

Se hicieron pruebas en espectrofotómetro a diferentes longitudes de onda (420, 440, 460, 480, 500, 520, 540 nm) para analizar que tipo de pigmentos podría tener de acuerdo a sus picos de absorción.

Finalmente se se corrieron muestras en cromatografía de capa fina (TLC).

#### **Extracción de aceite**

Fué utilizada solamente la semilla en el siguiente paso; se maceró pasándola por un molino de nixtamal, hasta obtener un polvo fino, de textura semejante a la harina. De ésta se hizo la

extracción del aceite crudo, por el método de Soxhlet, usando como solvente eter dietilico, dejando el reflujo de seis a ocho horas.

### Extracción de la proteína

#### Influencia de las diluciones y alcalinizantes en la extracción

Sabiendo que la proteína del jitomate tiene una mayor solubilización a pH 9 (Latlief, 1983), en éste experimento se utilizaron dos alcalinizantes para realizarla, NaOH al 0.1N y Ca(OH)<sub>2</sub> al 0.1N. También se probaron varias relaciones de semilla desgrasada:agua, 1:5, 1:7, 1:9 p/p. El procedimiento fué como sigue:

En un vaso de precipitados de 125 ml de capacidad se colocaron 5 gramos de semilla desgrasada y se agregaron las diferentes cantidades de agua mencionadas; posteriormente se ajustó el pH con uno u otro alcalinizante. Ajustado el pH la mezcla se mantuvo en agitación magnética por 1 hora y a temperatura ambiente. Terminado el tiempo se filtraron las muestras sobre una gasa doble, y se exprimió hasta dejar la menor cantidad de liquido en la semilla; el resultante se secó en una estufa a 55 grados centigrados y se le determinaron % de sólidos totales y a estos sólidos % de proteína, con Kjeldhal.

### **Recuperación de la proteína mediante precipitación con ácido clorhídrico**

Con los resultados del experimento anterior se escogieron las diluciones 1:7 con NaOH 0.1N y 1:9 con  $\text{Ca(OH)}_2$  0.1N. Estas se repitieron siguiendo los pasos antes señalados, pero después del filtrado se agregó ácido clorhídrico 0.1N, de la misma forma que hace Latlief, para bajar el pH hasta 3.5, considerado el punto isoelectrico de la proteína.

En un embudo de separación, se dejó sedimentar durante 30 a 40 min, se decantó el sobrenadante y en el precipitado se obtuvo una parte con gran cantidad de sólidos que se secó en la estufa, y se analizó en Kjeldhal.

### **Hidrolizado de la proteína no solubilizada**

Para la siguiente parte del proyecto, se usó la muestra que dió la mayor concentración de proteína solubilizada (1:7  $\text{Ca(OH)}_2$ ) en el análisis. Durante éste paso se trabajó con la porción de semilla que se quedó en la gasa durante la filtración. En ésta

parte del trabajo se probó un enzima con la idea de solubilizar la proteína que no se extrajo con la solución; la enzima fue una proteasa comercial (Proteolitic 2000), producida por *Bacillus subtilis*, y que proporcionó una empresa mexicana: ENMEX S.A.

Se usaron cuatro concentraciones 0.5%, 1.5%, 2.5%, y 3.5%, con cuatro tiempos diferentes de incubación, 30min, 60min, 120min, 180min. Las condiciones mantenidas fueron las reportadas por el proveedor, pH 8.0, a 50 grados centigrados.

#### Procedimiento:

El residuo de 5 g de semilla desgrasada y extraída se colocó en un vaso de precipitados de 125 ml y se le agregaron 25 ml de agua corriente y 0.5, 1.5, 2.5, o 3.5% de enzima con respecto al contenido de proteína del residuo. Se ajustó el pH de la solución, se elevó la temperatura, y se mantuvo en agitación magnética por los diferentes tiempos.

Posteriormente se volvió a filtrar, a secar en la estufa y hacer el análisis de proteína. De aquí se escogió la concentración de enzima y el tiempo de incubación, óptimos.

La última parte consistió en el análisis económico, para todo el proceso propuesto.

El esquema general del procedimiento se muestra en los diagramas de flujo I y II.

## Resultados y Discusión

### Granulometría

Los resultados en la separación por granulometría muestran como la mayor cantidad de semilla se retiene en la malla 16 representando además, el máximo porcentaje de las tres fracciones con respecto al total de la muestra, sin embargo la fracción que se deposita entre malla 16 y malla 40 es también una parte considerable. En el cuadro 10 se observa que el porcentaje de la semilla (en malla 16) es del 45.4%, mientras que la de la parte de malla 40 es de 43.6%, es decir con una diferencia mínima. En lo que se refiere una fracción fina y que es retenida en la malla 100, tan solo tiene un 10.8% de representación en el total. Se puede observar como entre las fracciones de la semilla y la semifina, concentran cerca del 90%; mientras que el restante pertenece a la parte retenida en malla 100.

Diagrama de flujo I

Procedimiento general desde la muestra a la harina de semilla

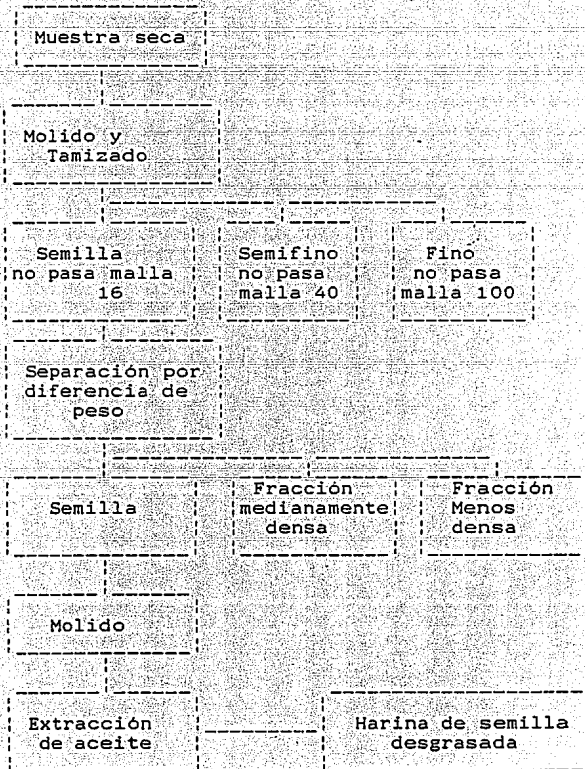
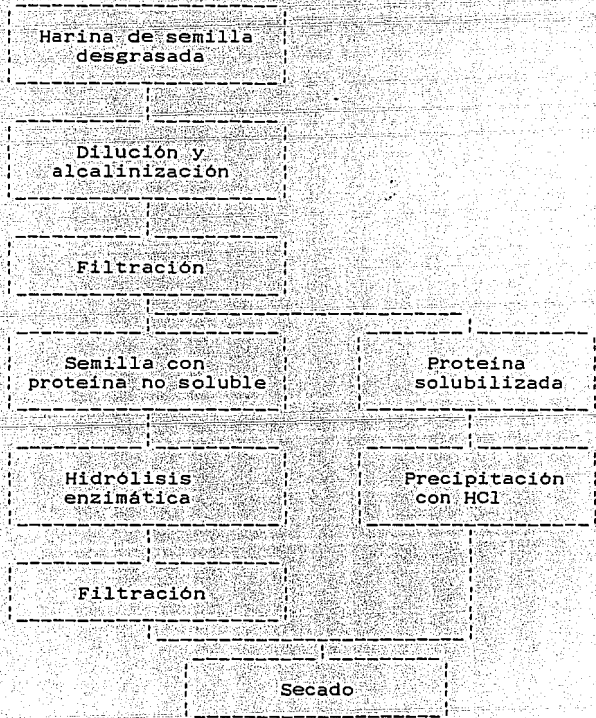


Diagrama de flujo II

Precedimiento general de la semilla desgrasada a la concentración de proteína





CUADRO 10

Distribución de las 3 fracciones obtenidas por  
granulometría

Fracción	Malla	% del total
1	100	10.88
2	40	43.66
3	16	45.44

- 1 Fina
- 2 Semifina
- 3 Semilla

La muestra completa de la que se partió  
fué de 100g

### Separación por aire

Debido a que a pesar de haber quedado junto con la semilla en la malla 16, hubo diferencias en cuanto a peso, al usar el aire en la fracción de la semilla, se presentó una separación más de cascarilla. Así en el cuadro 11 se registran los resultados durante la utilización de aire, partiendo de 50 g de muestra inicial. La fracción que es expulsada primero es la que denominamos menos densa, con 13.2 g; siendo la más o menos densa la que se expulsa después, 5.4 g; la semilla se quedó depositada en el buchner, por ser la partícula más pesada, se pesaron 31.3 g.

Se obtiene que casi el 90% del total consiste en semilla y la parte menos densa, siendo la Fracción A la menos representativa. De esto podemos decir, que la muestra de la separación por granulometría es principalmente semilla, 62.7%, y está acompañada de una fracción con poco peso, lo que facilita la separación por el mecanismo que se utilizó.

Por otro lado si analizamos la distribución que se va presentando en la semilla desde la primera parte, deducimos que:

CUADRO 11

Distribución mediante la separación con aire de la fracción 3.

Fracción	Cantidad (g)	% del total
A Menos densa	13.2	26.4
B Medianamente densa	5.4	10.8
C Semilla final	31.3	62.7

Se partió de 50g de la fracción 3 obtenida en la separación anterior.

de 1000 Kg de desecho, 454.4 Kg son semilla con cascarilla del mismo grosor, y 285 Kg son semilla limpia (Diagrama de flujo II).

#### Análisis bromatológico.

Los análisis bromatológicos de todas las muestras están sintetizados en el cuadro 12.

Como se puede observar, todas las muestras tienen un contenido considerable de proteína, si bien la semilla es la más alta con un valor de 26.64%. El valor más bajo fué de la fracción fina soplada con 12.97%, que aún sigue siendo una buena cantidad, y que se mantiene dentro del rango de los resultados observados en la bibliografía; para ser más específicos, está entre el propuesto por Eggers (1974) de 27.6% y de Canella y Castiotta (1980) de 25.8%.

Otro aspecto importante, que se menciona en la bibliografía, es la cantidad de grasa en la semilla, del 26.99%; de hecho estos dos rubros, proteína y grasa, representan más del 50% de toda la semilla. Los otros dos análisis con porcentajes altos, fueron el de fibra cruda y extracto libre de nitrógeno (E.L.N.), 18.55%, y 23.93% respectivamente.

En lo que respecta a la cascarilla, se puede decir que todas las muestras están constituidas en su mayoría por fibra cruda,

CUADRO 12

Resultados de los Análisis Bromatológico en todas las fracciones resultantes.

Determinación(%)	Muestra				
	1	2	3	4	5
Humedad	4.52	6.74	5.81	3.78	5.0
Cenizas	4.39	4.43	3.89	4.08	3.93
Proteína	18.04	17.39	26.64	12.97	13.15
Extracto Etéreo	7.98	3.35	26.99	3.60	3.18
Fibra cruda	44.83	58.36	18.55	57.67	61.83
E.L.N.	24.76	16.47	23.93	21.68	17.92

- 1 Fino inicial
- 2 Semifino inicial
- 3 Semilla final
- 4 Menos densa
- 5 Mas o menos densa

Los resultados se presentan en base seca.

que representa componentes como la celulosa principalmente, y hemicelulosa, lignina y pentosas en menor grado.

### Análisis de color

Las pruebas hechas en las fracciones resultantes de la separación con aire, demuestran que:

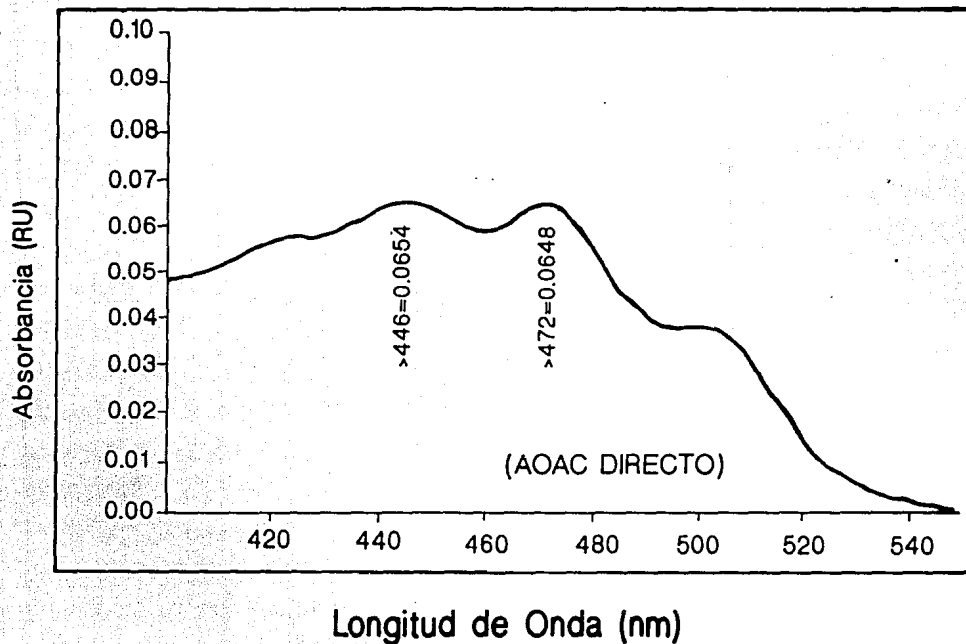
Los pigmentos presentan baja solubilidad tanto en agua como en ácido clorhídrico 0.1N; mientras que en la solución de hidróxido de amonio 0.1N se observó una mayor extracción del color de las muestras. Después de la extracción con el solvente orgánico, la muestra conserva un color naranja.

Las muestras se solubilizaron parcialmente en acetona, dejando un residuo naranja como en el caso anterior.

Del método A.O.A.C., los pigmentos se solubilizaron en una fase acuosa-básica, presentándose un color naranja intenso y un residuo no pigmentado, esto después de la saponificación. En la muestra sin saponificar, en una fase orgánica hubo también un residuo naranja.

Cuando se pasó por la extracción con hexano (Soxhlet), los pigmentos que se extrajeron luego del reflujo, dieron una

GRAFICA 1. Pruebas de Espectrototometría



solución de color amarillo intenso y un residuo de color ligeramente naranja.

En el espectrofotómetro se presentaron tres máximos: 444, 470, y 498 nm, considerada dentro de la zona de absorción de los pigmentos amarillos; la mayor Absorbancia se da a 470 nm. (Gráfica 1)

En Cromatografía de Capa Fina, las muestras presentan una banda naranja ( $R_f=0.95$ ), correspondiente a la zona de pigmentos esterificados. No se detectaron sintéticos. Ya saponificadas las muestras, el perfil presenta una banda naranja intenso, con un  $R_f=0.0$

#### Extracción de aceite

El aceite extraído en el reflujo con eter en el Soxhlet presentó un color rojo intenso, de aspecto turbio; además había un residuo blanquecino del que suponemos estaba constituido de gomas en su mayoría; el color se manifestaba así tal vez por los pigmentos extraídos por el solvente. El olor era el característico al del jitomate, aunque presentó un enranciamiento tiempo después. En ésta parte se dió la primera concentración de la proteína en la semilla, ya que el Kjeldahl de una muestra desgrasada dió un 31.87% final.



Muestra	% Proteína
Semilla sin extraer	26.64
Semilla extraída	31.87

Hay cerca de un 6% de diferencia entre las dos muestras. Suponemos que durante la utilización del éter, en el Soxhlet, alguna parte de la proteína pudo ser extraída si se encontraba combinada con la grasa formando compuestos conocidos como lipoproteínas.

#### Extracción de proteína.

El trabajo con la semilla desgrasada al utilizar las tres diluciones diferentes y las dos soluciones alcalinizantes, se muestra en el cuadro 13.

Se observa claramente que la cantidad de sólidos extraídos con hidróxido de sodio es mucho mayor que con hidróxido de calcio; la diferencia llega a ser casi del doble en las diluciones más altas; con hidróxido de calcio se obtiene el 25.86%, y con hidróxido de sodio aumenta hasta 45.21%. En el Cuadro 13 se observa como en las diluciones también hay un

CUADRO 13

Resultados de la utilización de tres diferentes diluciones y dos alcalinizantes en la primera extracción de proteína.

		Diluciones			
		1:5	1:7	1:9	
% de sólidos solubilizados	a	37.66	40.78	45.21	
	b	21.05	21.94	25.86	
% de proteína en sol. solubilizados	a	24.78	34.40	34.64	
	b	35.55	39.81	43.52	
Rendimiento de prot. por g de semilla	a	9.33	14.02	15.66	
	b	7.48	8.73	11.25	è
% prot recuperada en sol. solubilizados total	a	35.88	53.92	60.23	
	b	28.76	33.57	43.15	
	a	NaOH			
	b	Ca(OH)2			

aumento en la obtención de sólidos solubilizados conforme se usa mas agua.

Sin embargo al hacer el análisis de proteína en los sólidos, el hidróxido de calcio, alcanza un 43.52% en la dilución 1:9, mientras que el hidróxido de sodio en ésta misma dilución llega solo a 34.64%. El hidróxido de calcio es entonces mejor en la extracción de proteína, en todas las diluciones, ya que aumenta el concentrado de la proteína.

El rendimiento de proteína por gramo de semilla muestra mejor como fué la extracción en general. La gran cantidad de sólidos en el hidróxido de sodio concentra más proteína que el calcio, sin embargo la diferencia no es tan grande cuando se recurre a éste análisis. En la dilución 1:9 hay 15.66% de rendimiento con el hidróxido de sodio, y 11.25% con el de calcio; la máxima diferencia se marca en la dilución 1:7 donde con hidróxido de sodio se obtiene 14.02% y 8.73% con el de calcio. Algo similar se observa cuando se saca el porcentaje para todos los sólidos solubilizados. Aquí la mayor recuperación se logra con hidróxido de sodio en una dilución 1:9 con 60.23% y el de calcio con 43.15%, también en la mayor dilución.

De esto deducimos que durante la extracción con hidróxido de calcio se obtiene una proteína mas pura, aunque sea menor el rendimiento con respecto al hidróxido de sodio. Esto tiene como

ventaja el que sea mejor el producto que resulte, y que sea menos la cantidad de materia con la que se tenga que trabajar durante el secado.

#### Recuperación de la proteína con ácido clorhídrico

Las dos muestras que se escogieron para la utilización del ácido fueron una de cada alcalinizante; se tomó la dilución 1:7 de hidróxido de sodio debido a que la diferencia con la siguiente era muy poca, de 53.92% a 60.23% de 1:9, tomando en cuenta el porcentaje de proteína recuperada en sólidos solubilizados. En el caso del hidróxido de calcio se tomó la mayor dilución pensando en que su porcentaje de proteína era del 43.15%, siendo la de 1:7 del 33.57%, es decir usando ésta, la diferencia con respecto a la de la otra solución sería ya más grande.

En el cuadro 14 se reporta nuevamente el porcentaje de sólidos y de proteína nuevamente del precipitado cuando el pH se bajó hasta 3.5 con ácido clorhídrico 0.1N. El porcentaje de sólidos puede observarse, que tiene una diferencia de casi el 10%, siendo mayor la obtención con hidróxido de sodio; ya que al precipitar la muestra con hidróxido de sodio, se recupera un 29.29%, y en el caso del calcio un 20.69%. El concentrado de la proteína sin embargo, es mayor en el hidróxido de calcio con 75.31% mientras que el de sodio es de 65.59%.

#### CUADRO 14

##### Resultados en de la precipitación con HCl

Dilución	Solución	% sólidos	% proteína
1:7	NaOH	29.29	67.59
1:9	Ca(OH)2	20.69	75.31

Utilización de ácido clorhídrico para bajar el pH hasta 3.5 considerado el punto isoelectrico de la proteína.

Así se escogió el hidróxido de calcio debido a que en su cantidad final de sólidos el porcentaje de proteína es alto; además uno de los problemas que se presentó en el hidróxido de sodio fué el sabor salado que le dió al precipitado cuando éste se secó; esto se debe a que durante la reacción con el ácido clorhídrico se produce cloruro de sodio:



Mientras que el hidróxido de calcio, al reaccionar con el mismo ácido, se obtiene cloruro de calcio que presenta un sabor menos salado:



El otro aspecto importante es el mencionado sobre el costo entre los dos alcalinizantes, siendo el hidróxido de calcio el más barato.

### Hidrólisis enzimática

Las concentraciones de la enzima y los tiempos de incubación se presentan en el cuadro 15 con sus resultados. En general se observa un incremento en la obtención de proteína, desde un 15.25% de la primera concentración y el primer tiempo, hasta 67.10% de la concentración final y tiempo final.

CUADRO 15

Resultados de las pruebas con diferentes concentraciones de enzima y varios tiempos en el hidrolizado de la proteína no soluble.

Enzima %	0.5	1.5	2.5	3.5
Tiempo min				
30	15.25	27.15	28.13	29.8
60	18.10	30.19	30.8	31.72
120	26.25	35.24	62.78	64.53
180	27.30	35.63	66.99	67.10

En el aspecto de rendimiento de proteína por gramo de semilla se observa como los mayores porcentajes se presentan a partir de la concentración de 2.5% de enzima, con un tiempo de 120 minutos siendo la diferencia con el dato más alto, menor al 1%, es decir de 11.42% a 12.20% de el último tiempo y concentración (Cuadro 16).

El análisis de porciento de proteína recuperada de la semilla, detecta hasta un 81.11% de recuperación que es una buena proporción (Cuadro 17).

Cuando se utilizaron 2.5 y 3.5% de enzima y tiempos de 120 y 180 min, se alcanzaron extracciones mayores a 60%; casi el doble con respecto a los datos anteriores.

En la gráfica 2 se puede ver el comportamiento de la hidrólisis durante los 16 tratamientos (factorial 4x4). La concentración de 0.5% muestra un rápido incremento hasta los 120 min, y al tiempo siguiente empieza a mantenerse; de 26.25 a 27.30%. La concentración de 1.5% tiene una forma muy similar, al final se mantiene, aumentando solo de 35.63 a 35.74% en el lapso de los últimos 60 min. Las últimas concentraciones, incrementan en más del doble de los 60 a los 120 min, de valores de 30% a 60%; en el tiempo final sin embargo ambas curvas tienden a mantenerse; para la concentración de 2.5% se presenta una



CUADRO 16

% de rendimiento de proteína por gramo de semilla.

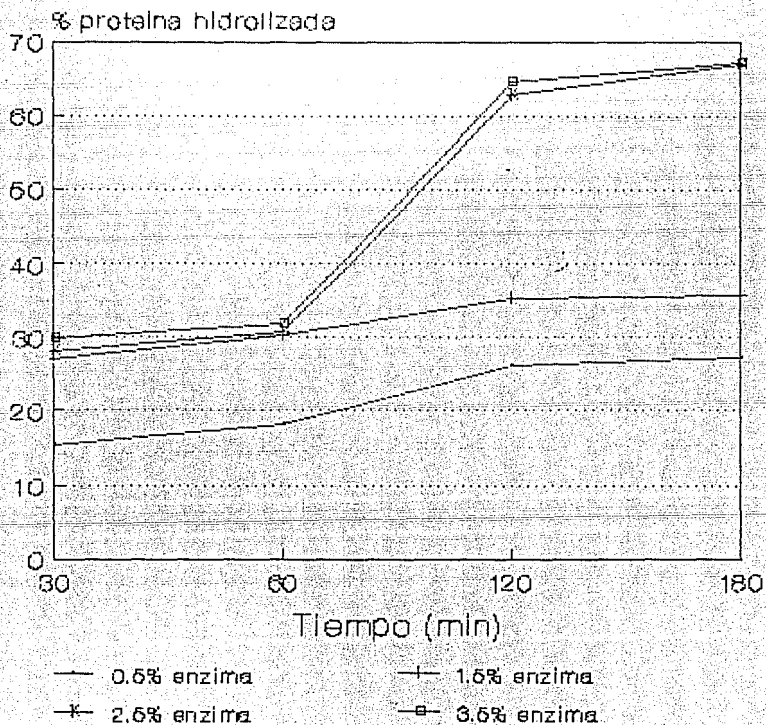
Tiempo min	Enzima %	0.5	1.5	2.5	3.5
30		2.77	4.93	5.11	5.42
60		3.29	5.49	5.60	5.77
120		4.77	6.41	11.42	11.73
180		4.96	6.48	12.18	12.20

CUADRO 17

% de proteína recuperada de la semilla

	Enzima %	0.5	1.5	2.5	3.5
Tiempo min					
30		51.62	58.44	59.00	59.92
60		53.25	60.14	60.51	61.03
120		57.92	63.03	78.74	79.748
180		58.51	63.25	81.48	81.11

**Grafica 2**  
**Hidrolizado con HT-Proteolítico**  
**de la proteína no soluble**



variación del 62.78% a 66.99%, y en 3.5% de enzima aumenta de 64.53% a 67.10% de extracción final.

Se propone la concentración de 2.5% de enzima y 120 min de incubación debido a que a partir de éste experimento se obtienen resultados de más de 60%, y la diferencia con las relaciones siguientes no están muy marcadas.

A manera de resumen podemos decir lo siguiente: Durante la primera división por granulometría de la muestra, la mayor proporción se mantiene en la malla 16 donde se encuentra la semilla; en la segunda división que es con aire, solamente en esta fracción, la semilla tiene el mayor porcentaje. Durante los análisis bromatológicos de todas las partes separadas, la semilla presenta los porcentajes más altos en cuanto a proteína y grasa (26.64% y 26.99% respectivamente), mientras que la fibra en las fracciones restantes es de más del 50% en la mayoría. Para los análisis de color de la cascarilla los pigmentos que más se encuentran son los naranjas y amarillos (470 y 498 nm en el espectro). Durante la extracción de proteína de la semilla los rendimientos más altos se logran con las diluciones 1:7 de NaOH con 53.92% de proteína recuperada, y 1:9 con  $\text{Ca(OH)}_2$  de 43.15%; al precipitarse con HCl el concentrado con  $\text{Ca(OH)}_2$  es mejor con 75.31% que el de sodio con 65.59%. En la hidrólisis enzimática, se obtienen rendimientos del 78.74% de proteína recuperada con respecto a la no soluble, con 120 min de incubación y 2.5% de

concentración de enzima, y que es la relación que se propone finalmente para el proceso.

### Conclusiones

El aspecto más importante que se puede concluir es que el residuo producido durante la extracción de puré de jitomate, es posible utilizarlo para la obtención de diferentes subproductos, específicamente proteína y aceite de la semilla, siendo una fracción que representa un porcentaje considerable del residuo total. Los estudios llevados a cabo demuestran que es factible hacer las pruebas requeridas a mayor escala como sería en una planta piloto, esto se refiere tanto a la parte técnica, dado que el método es sencillo y es común la maquinaria utilizada en este tipo de procesos, y a la parte económica dado que resulta interesante

De los análisis bromatológicos llevados a cabo, si se comparan con los de bibliografía podemos decir que son muy similares, presentando algunas diferencias como en la proteína de la semilla siendo un poco más alto nuestro valor que el de Tsatsaronis, 1975 (Cuadro 8), ya que él reporta un valor de 24.5% contra 26.64% de nosotros; por el contrario en el caso del extracto etéreo es más alto el reportado por el mismo investigador, que el de nuestra muestra, 28.1% contra 26.99%.

Para la proteína una propuesta es, utilizarla como complemento de alimento animal por ejemplo en ganado.

Para el aceite crudo, es decir tal como se obtuvo de la extracción, se tienen que hacer los tratamientos necesarios previos a su posible utilización, es decir la refinación, el blanqueo y la deodorización. Debido a las cantidades que se pueden obtener, es recomendable hacer también los análisis para un posible proyecto de comercialización, similar al de la proteína. La posible utilización puede ser en la elaboración de jabones o cosméticos.

En cuanto a las pruebas de color hechas en la cascarilla, se requieren técnicas HPLC, Infrarrojo y de Resonancia Electromagnética para la caracterización de los pigmentos. Además del desarrollo de Pruebas Biológicas para observar su poder pigmentante "in vivo". Por otro lado el porcentaje de aceite es muy bajo, un promedio de 3%, por lo cual no tendría caso extraerlo. En el caso de la proteína por los análisis hechos, es más conveniente trabajar con la semilla. Por ello se propone que la cascarilla sea utilizada, tal como se origina del procesamiento inicial, por ejemplo como fertilizante dados sus altos índices de minerales como son fósforo, potasio, magnesio, calcio y sodio; ó como alimento para rumiantes por la cantidad de fibra cruda que presenta.

## Proceso General

El análisis cuantitativo en la distribución de las fracciones desde 1000 Kg secos de residuo completo, hasta la obtención de aceite y semilla desgrasada, se puede observar en el diagrama de flujo III.

Los resultados en el procesado de 208.05 Kg de semilla desgrasada se muestra en el diagrama de flujo IV; lo más importante a mencionar es sobre la suma final en la obtención de proteína, que tiene un rendimiento del 54.73% lo que significa que éste puede ser un buen proyecto para la concentración de proteína proveniente de la semilla.

### Diagrama de flujo III

Proceso y rendimientos a partir de 1000 Kg secos de muestra hasta la semilla desgrasada y el aceite.

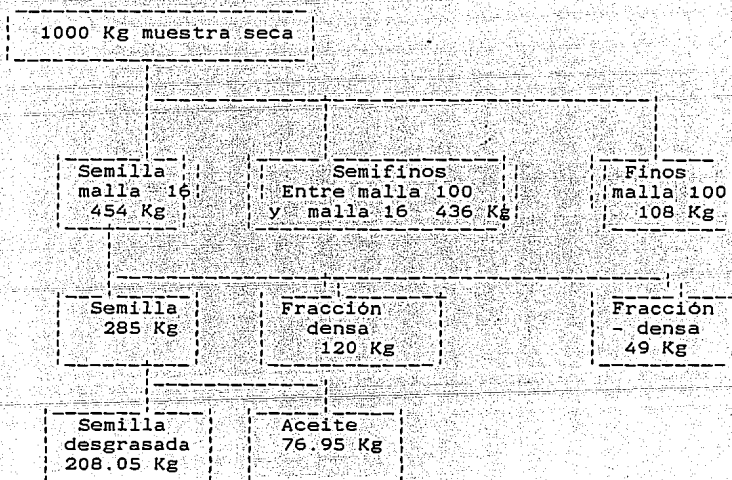
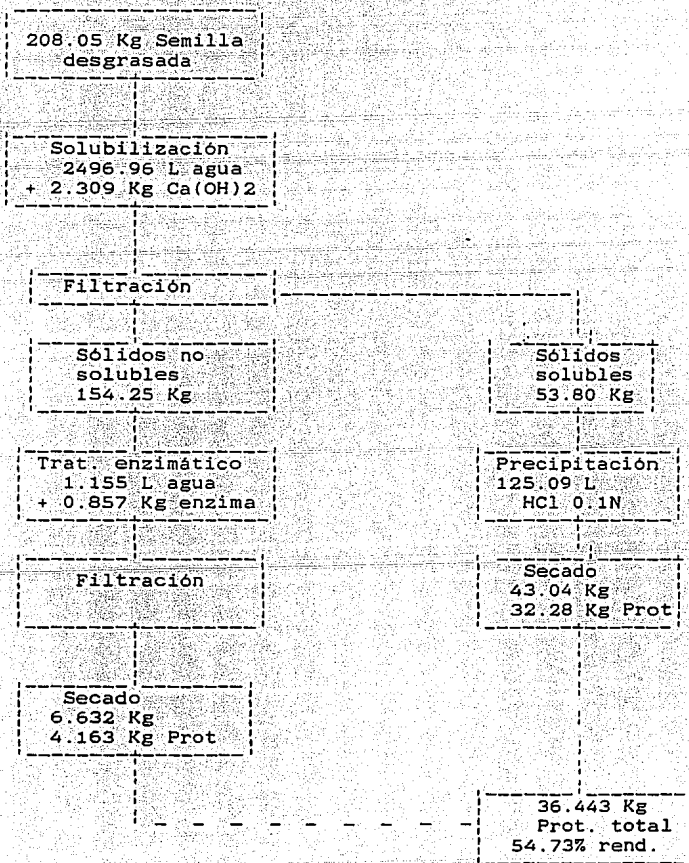




Diagrama de flujo IV

Proceso y rendimientos de la semilla desgrasada a la obtención de proteína concentrada.



De ésta manera se da un estudio y se hace una propuesta ante el problema que implica la producción de un alimento procesado al generar una alta cantidad de desechos como el caso del jitomate para producir puré; ecológicamente la reutilización de éste material es importante en el mantenimiento del medio ambiente, para el industrial es interesante desde el punto de vista económico en la recuperación de un material productivamente nulo, y la obtención principalmente de aceite y proteína vegetal es benéfica tomando en cuenta que son productos de primera necesidad.

Como se mencionó las principales áreas donde se pueden utilizar industrialmente estos subproductos son en la utilización como aceite vegetal, o en la elaboración de cosméticos y jabones, en el caso de la grasa, pensando en las grandes cantidades que se podrían procesar; mientras que de la proteína es factible su utilización como un complemento para otro tipo de alimentos; es notable que su aminograma muestre cantidades altas de un aminoácido tan importante como la lisina.

#### BIBLIOGRAFIA

Al-Wandawi H., Abdul-Rahman M., and Al-Shaikhly K. (1985) Tomato Processing Wastes as Essential Raw Materials Source. J. Agric. Food Chem. 33, 804-807.

Anuario FAO de Producción. 1985, 1986, 1987, 1989, 1990. Vol. 40, 41, 42, 43. Organización de las Naciones Unidas.

A.O.A.C. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 1980.

Bauernfield J. Christopher. 1981. Carotenoids as Colorants and Vitamin A Precursors. Academic Press, New York.

Bernardi, E. 1981. Tecnología de Aceites y Grasas. Alhambra. España.

Birch G.G., Parker K.S. and Worgan J.T. 1976. Food from waste. Applied Science Publisher LTD. London, Engl.

Brodowski D. and Geisman J.R. (1980) Protein content and amino acid composition of protein of seeds from tomatoes at various stages of ripeness. Journal of Food Science. 45, 228-229, 235.

Carlson B.L., Knorr D. and Watkins T.R. (1981) Influence of Tomato Seed Addition on the Quality of Wheat Flour Breads. Journal of food Science. 46, 1029-1031.

Eckey E.W. 1954. Vegetable Fats and Oil. American Chemical Society Monograph Series. New York.

Guía para la asistencia técnica agrícola. Area de influencia del campo agrícola experimental. Valle de Culiacán(cultivos de riego). SARH. INIA. Centro de Investigación Agrícola del Pacifico Norte. Campo Agrícola Experimental del Valle de Culiacán. Culiacán Sinaloa, México. Junio 1982.

Haurowitz, Félix. 1963. The Chemistry and Function of Proteins. Academic Press. New York and London.

Harlander, K. Susan and Laboza P. Theodore. 1986. Biotechnology in Food Processing. Noyes Publications. New Jersey, USA.

Kramer A. and Kwee W.H. (1977) Utilization of Tomato Processing Wastes. Journal of Food Science. 42, 212-215.

Latlief S.J. and Knorr D. (1983) Tomato Seed Protein Concentrates: Effects of Methods of Recovery Upon Yield and Compositional Characteristics. Journal of Food Science. 48, 1583-1585.

Latlief S.J. and Knorr D. (1983) Effect of Chitin as Coagulating Aid on Protein Yield, Composition and Functionality of Tomato Seed Protein Concentrates. Journal of Food Science. 48, 1587-1590.

Lenhinger, L. Albert. 1981. Biochemistry: The Molecular Basis of the Cell Structure and Function. Worth Publishers, Inc. New York.

Marlatt Carolyn. (1992) Studies of Aroma Constituents Bound as Glycosides in Tomato. J. Agric. Food Chem. 40, 249-252.

Resultados de la Investigación para el norte de Sinaloa sobre tomate para industria 1979-1980. SARH. INIA. Centro de Investigación Agrícola del Pacífico Norte. Campo Agrícola Experimental del Valle del Fuerte. Los Mochis Sinaloa, México. Julio 1980.

SARH Subsecretaría de Planeación. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. 1990. Tomo 11. Mayo de 1992.

SARH Subsecretaría de Planeación. Boletín Mensual de Información Básica del Sector Agropecuario y Forestal. Avance a Junio de 1992.

Samieson, George. 1943. Vegetable Fats and Oils. American Chemical Society Monograph Series. New York.

Tsatsaronis G.C. and Boskou D.G. (1975) Amino Acid and Mineral Salt Content of Tomato Seed and Skin Waste. J. Sci. Food Agric. 26, 421-423.

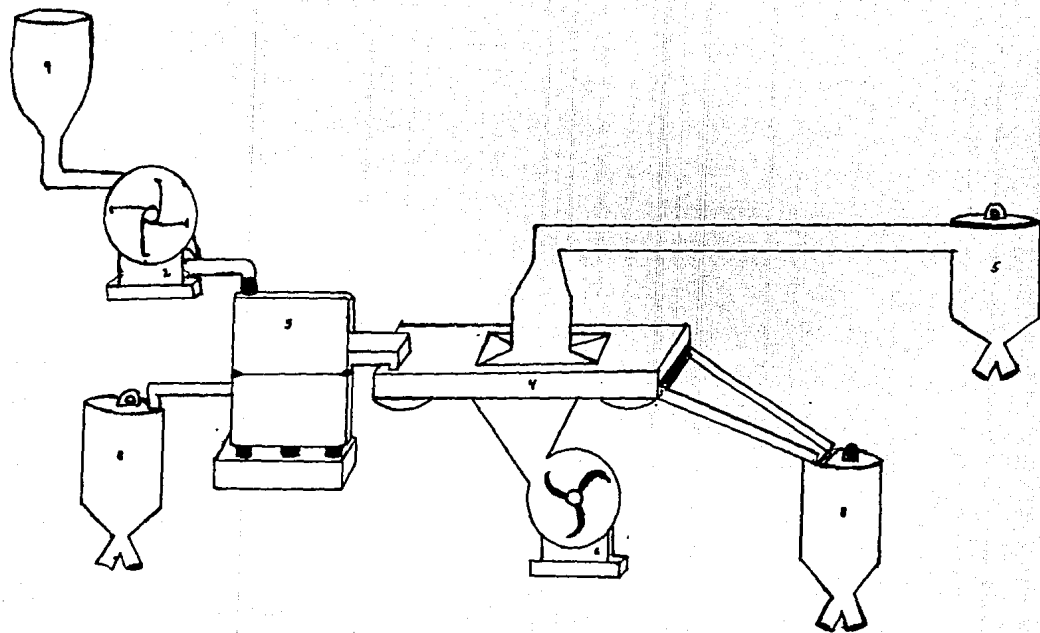
Wan-Jean Hsu and Henry Yokoyama. (1991) Effect of 2-(3-4-Dichlorophenoxy)triethylamine on Tomato *Lycopersicon esculentum* Cv. UCD-82. J. Agric. Food Chem. 39, 96-98.

Yaseen A.E., Shams El-Din M.H. and El-Latif A.R. (1991) Fortification of Balady Bread with Tomato Seed Meal. Cereal Chem. 68(2):159-161.

**ANEXO**  
**DESCRIPCION DEL PROCESO**

Para llevar a cabo la separación de las tres fracciones a obtener, se ha considerado el siguiente proceso como el más adecuado.

1. Se alimenta la materia prima en la tolva que se encuentra sobre el molino reduce el material a partículas de tamaño uniforme.
2. El molino a su vez alimenta un separador vibratorio, el cual separa la fracción 1 de la semilla, que aún tiene adherida la cutícula a la salida del separador la fracción 1 queda lista para envasarse.
3. La semilla es depositada en una banda transportadora construida en malla, cubierta con una tolva cerrada. A su paso por esta banda, recibe una corriente de aire de abajo hacia arriba, la que hace volar la cutícula, la cual es recibida por un colector de polvos (ciclón), lista para su envase .
4. Al final de la banda es recogida y envasada la semilla limpia.



MAQUINARIA Y EQUIPO

\$49,455

1. 3 básculas de plataforma tipo  
almacen, con capacidad para 200Kg c/u—600 c/u— \$ 1,800
2. 1 molino de turbina c/motr de 3H.p.  
y capacidad de 4 tons/hr. \$ 5,200
3. 1 separador vibratorio con malla  
No. 16, con capacidad de 10 tons/hr. \$30,000
4. 1 banda transportadora de malla de  
acero en No. 16, con tolva  
cerrada 1.5 X 40 mts. \$ 3,820
5. 1 ciclón con motor de 3/4 Hp.  
y capacidad para 1.5ms<sup>3</sup> \$ 2,100
6. 1 turbina con motor de 1/2 Hp.  
y estructura metálica, ducto \$ 1,390
7. 1 máquina cosedora de sacos \$ 2,490
8. 3 tolvas de fondo en "X" con capacidad  
de 1m<sup>3</sup> para recibir y envasar,  
fracción 1,2 y semilla —\$724 c/u — \$ 2,172
9. 1 tolva embudo para alimentar  
molino capacidad de 1m<sup>3</sup>. \$ 481.00



**PRESUPUESTO DE INGRESOS**  
(miles de pesos)

Producción por ciclo	500 tons	1000 tons	1500 tons
Fracción I precio/ton	272 tons <u>\$320.0</u>	544 tons <u>\$320.0</u>	816 tons <u>\$320.0</u>
	\$87,040	\$174,080	\$261,120
Fracción II precio/ton	86.0 tons <u>\$320.0</u>	172.0 tons <u>\$320.0</u>	258.0 tons <u>\$320.0</u>
	\$27,520	\$55,040	\$82,560
Semilla	142.0 <u>\$498.0</u>	284.0 ton <u>\$498.0</u>	426.0 ton <u>\$498.0</u>
	\$70,716	\$141,432	\$212,148
Ingreso anual bruto	\$185,276	\$370,552	\$555,828

**INVERSION TOTAL REQUERIDA**

---

**- INVERSION FIJA** **64,453**

    Equipo de proceso 49,453

    Instalaciones 5,000

    Obra civil 10,000

**- INVERSION DIFERIDA** **3,000**

    Ingeniería básica 1,500

    Puesta en marcha 1,500

	500/tons	1000/tons	1500/tons
<b>- CAPITAL DE TRABAJO</b>	<b>13,497</b>	<b>23,933</b>	<b>34,215</b>
Caja y bancos	2,000	2,620	3,160
Inventarios	2,830	3,980	5,055
Cuentas por cobrar	9,077	18,153	27,230
Cuentas por pagar	410	820	1,230
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
Inversión total	80,950	91,386	101,668

---

BASES DE CALCULO DE CAPITAL DE TRABAJO  
1000 tons/ciclo

Concepto	Base	Monto
Caja y bancos	1 mes de sueldos y salarios 3 obreros 400 c/u 1,200 1 supervisor 895 prestaciones 525	2,620
Inventarios		3,980
Materia prima e insumos	25 días de insumos	962
Producto terminado	10 días de producción	3,018
Cuentas por cobrar	10 días de producción a precio de venta	18,153
Cuentas por pagar	15 días de insumos	820
		23,933

PRESUPUESTO DE EGRESOS  
(1000 tons/ciclo)

	ciclo 1	ciclo 2	ciclo 3	ciclo 4-10
Costos variables	30,162	30,162	31,162	32,162
Materias primas e insumos	9,842	9,842	9,842	9,842
Mano de obra	15,720	15,720	15,720	15,720
Mantenimiento	3,000	3,000	4,000	5,000
Servicios	1,600	1,600	1,600	1,600
Costos fijos	18,208	18,208	15,737	900
Dep. y amort.	18,208	18,208	15,737	900
Gastos de Admon.	3,500	3,500	3,500	3,500
Gastos de venta	3,000	3,000	3,000	3,000
	54,870	54,870	52,899	38,062

DETALLE DE DEPRESIACIONES Y AMORTIZACIONES

concepto	inversión	tasa	ciclo 1	ciclo 2	ciclo 3	ciclos 4-10
Inversión fija	64,453	- -	17,908	17,908	15,437	600
Equipo de proceso	49,453	35%	17,308	17,308	14,837	0
Instalaciones	5,000	8%	400	400	400	400
Obra civil	10,000	5%	200	200	200	200
Inversión diferida	3,000	- -	300	300	300	300
Ingeniería						
básica	1,500	10%	150	150	150	150
Puesta en marcha	1,500	10%	150	150	150	150
			18,208	18,208	15,737	900

COSTOS DE PRODUCCION

Concepto	500 tons			1000 tons			1500 tons		
	DIA	MES	CICLO	DIA	MES	CICLO	DIA	MES	CICLO
MATERIA PRIMA E INSUMOS	26,890	820,245	4,920,870	53,780	1,640,290	9,841,746	80,670	2,460,435	14,762,610
bolsa 25/ton	18,900	576,450	3,458,700	37,800	1,152,900	6,917,400	56,700	1,729,350	10,376,100
hilo .675 pza/ton	7,990	245,695	1,462,170	15,980	487,390	2,924,340	23,970	731,085	4,386,510
MANO DE OBRA	65,574	2,000,000	12,000,000	85,902	2,620,000	15,720,000	103,606	3,160,000	18,960,000
obreros	2x 13,115	2x 400,000	2x 400,000	3x 13,115	3x 400,000	3x2,400,000	4x 13,115	4x 400,000	4x2,400,000
supervisor	29,344	895,000	5,370,000	29,344	895,000	5,370,000	29,344	895,000	5,370,000
prestaciones	10,000	305,000	1,830,000	17,213	525,000	3,150,000	21,803	665,000	3,990,000
SERVICIOS	10,492	320,000	1,920,000	15,082	460,000	2,760,000	20,000	610,000	3,660,000
MANTENIMIENTO	6,994	213,000	1,280,000	10,054	306,666	1,840,000	13,333	406,667	2,440,000
GASTOS DE VENTA (1 vendedor)	16,393	500,000	3,000,000	16,393	500,000	3,000,000	16,393	500,000	5,000,000
AMORTIZACIONES									
ciclos 1 y 2	99,498	2,984,667	17,908,000	99,489	2,984,667	17,908,000	99,489	2,984,667	17,908,000
ciclo 3	85,761	2,572,833	15,437,000	85,761	2,572,833	15,437,000	85,761	2,572,833	15,437,000
ciclos 4-10	3,279	100,000	600,000	3,279	100,000	600,000	3,279	100,000	600,000
DEPRECIACIONES	1,639	50,000	300,000	1,639	50,000	300,000	1,639	50,000	300,000
ciclos 1 y 2	227,471	6,888,145	41,328,870	282,339	8,561,623	51,369,746	335,130	10,171,769	60,760,610
ciclo 3	212,743	6,476,311	38,857,870	268,611	8,149,789	48,898,746	321,402	9,759,935	58,289,610
ciclos 4-10	131,261	4,003,478	24,020,870	186,129	5,676,956	34,061,746	238,920	7,287,102	43,452,610

ESTADO DE RESULTADOS PROFORMA  
(para 1000 tons/ciclo)

	ciclo 1	ciclo 2	ciclo 3	ciclos 4-10
1. Ingreso por ventas	370,000	370,000	370,000	370,000
2. Costos de producción	48,470	48,470	46,899	33,062
Costos variables	30,162	30,162	31,162	32,162
Costos fijos	18,208	18,208	15,737	900
3. Utilidad bruta	321,530	321,530	323,101	336,938
4. Gastos de Admon.	3,500	3,500	3,500	3,500
5. Gastos de venta	4,500	4,500	4,500	4,500
6. Utilidad de operación	313,530	313,530	315,101	328,938
7. Impto. sobre la renta reparto de utilidades	132,936	132,936	133,603	139,470
8. Utilidad neta	180,593	180,593	181,498	189,468

ESTADO PROFORMA DE ORIGEN Y APLICACION  
(1000 tons/ciclo)

	arranque	ciclos 1-2	ciclo 3	ciclos 4-9	ciclo 10
1. Origen de los recursos	91,386				
Utilidad neta		180,593	181,498	189,468	189,468
Dept. y amort.		18,208	15,737	900	900
Valor de rescate					14,521
Capitalización C.T.					118.802
2. Aplicación de los recursos	91,386				
Inversión en act. fijos	64,453				
Gastos preoperativos	3,000				
Superavit		198,801	197.235	190,368	323,691
Caja final			396,036	387,603	514,059



CUADRO I  
PRESUPUESTO DE INGRESOS DEL PROYECTO  
EN NUEVOS PESOS

PRODUCCION POR CICLO (Ton.)	238
PRECIO (pesos/Ton.)	10,000.00
INGRESO ANUAL (miles Ns)	2,380,000.00

Sobre la base de 110 días/ciclo

**CUADRO 2**  
**INVERSION TOTAL REQUERIDA**  
**PARA EL PROYECTO**  
**(MILES PESOS)**

CONCEPTO	M O N T O
<b>1. INVERSION FIJA</b>	<b>199,026</b>
- EQUIPO DE PROCESO	31,475
- INSTALACIONES (1)	4,721
- TERRENO	75,000
- MOBILIARIO Y EQUIPO OFICINA	6,380
- OBRA CIVIL	75,000
- IMPREVISTOS	6,450
	:
	:
<b>2. INVERSION DIFERIDA</b>	<b>54,114</b>
- INGENIERIA BASICA	3,000
- PUESTA EN MARCHA	1,114
- DESARROLLO TECNOLÓGICO	50,000
	:
<b>3. CAPITAL DE TRABAJO</b>	<b>29,014</b>
- CAJA Y BANCOS	18,260
- INVENTARIOS	11,339
- CUENTAS POR COBRAR	5,377
- CUENTAS POR PAGAR	5,962
	:
<b>T O T A L</b>	<b>282,154</b>

**CUADRO 3**  
**CAPITAL DE TRABAJO**  
**BASES DE CALCULO**  
**(MILES PESOS)**

CONCEPTO		MONTO INICIAL
1. CAJA Y BANCOS	2 mes de sueldos y salarios.	18,260
2. INVENTARIOS		11,339
A) MATERIA PRIMA	10 dias de mat. prima	5,962
B) PRODUCTO TERMINADO	6 dias de prod. term. a precio de vta.	5,377
3. CUENTAS POR COBRAR		5,377
4. CUENTAS POR PAGAR		5,962
<b>T O T A L</b>		<b>23,637</b>



CUADRO 5  
BALANCE DE MATERIAS PRIMAS

PRODUCTO	REQUERIMIENTO	COSTO	COSTO
	CANTIDAD UNIDAD	POR DIA	POR CICLO
SEMILLA DESGRABADA	1,200 kg/día	1,129	124,190
ACIDO CLORHIDRICO	500 ml/día	6	901
HIDROXIDO DE CALCIO	20 kg/día	36	2,807
ENZIMA	6 kg/día	6	653
COSTO DIARIO TOTAL			1,169
TOTAL POR CICLO (NUEVE DÍAS)			128,550

CUADRO 6  
 DETALLE DE AMORTIZACIONES Y DEPRECIACIONES  
 CONSIDERADAS PARA EL PROYECTO  
 (MILES PESOS)

CONCEPTO	INVERSION	TASA (%)	ANOS	MONTO (1)	MONTO (2)
1. INVERSION FIJA	118,026			15,827	14,253
- EQUIPO DE PROCESO	31,475	35	3	11,016	9,443
- INSTALACIONES (1)	4,721	8	13	378	378
- MOBILIARIO Y EQUIPO	6,830	10	10	683	683
- OBRA CIVIL	75,000	5	20	3,750	3,750
2. INVERSION DIFERIDA	54,114			5,300	5,111
- INGENIERIA BASICA	3,000	10	10	300	300
- DES. TECNOLOGICO	50,000	10	10	5,000	5,000
- PUESTA EN MARCHA	1,114	10	10	111	111
T O T A L	172,140			21,127	19,365
VALOR DE RESCATE					40,856



CUADRO B  
ESTADO PROFORMA DE ORIGEN Y APLICACION  
DE RECURSOS  
(MILES PESOS)

CONCEPTO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. ORIGEN DE LOS RECURSOS	282,154	1,029,386	1,029,276	1,028,360	1,023,449	1,023,449	1,023,449	1,023,449	1,023,449	1,023,449	1,064,305
- UTILIDAD NETA		1,008,048	1,008,149	1,008,995	1,013,527	1,013,527	1,013,527	1,013,527	1,013,527	1,013,527	1,013,527
- DEPREC. Y AMORT.		21,338	21,127	19,365	9,922	9,922	9,922	9,922	9,922	9,922	9,922
- APORTAC. DE CAPITAL	282,154										
- FINANCIAMIENTO	0										
- VALOR DE RESCATE											40,856
- CAPITALIZACION DEL C.T.											0
- FINANCIAMIENTO ADIC.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. APLICACION DE LOS RECURSOS	282,154	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- INVERSION EN ACTIVOS FIJOS	199,026										
- GASTOS PREOPERATIVOS	54,114										
- INCREMENTOS AL CAP. DE TRAB.	29,014										
- AMORT. DEL CREDITO		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- AMORT. ADICIONAL									0	0	0
3. FLUJO EFECTIVO	(282,154)	1,029,386	1,029,276	1,028,360	1,023,449	1,023,449	1,023,449	1,023,449	1,023,449	1,023,449	1,064,305
4. FLUJO ACUMULADO	(282,154)	747,232	1,776,508	2,804,867	3,828,317	4,851,766	5,875,214	6,898,665	7,922,114	8,945,564	10,009,869
5. FLUJO DESCONTADO	(282,154)	221,473	47,645	10,242	2,193	472	102	22	5	1	0
6. FLUJO DESCONTADO ACUM.	(282,154)	(60,681)	(13,036)	(2,794)	(601)	(129)	(28)	(6)	(1)	(0)	(0)

T.I.R. = 364.79 %